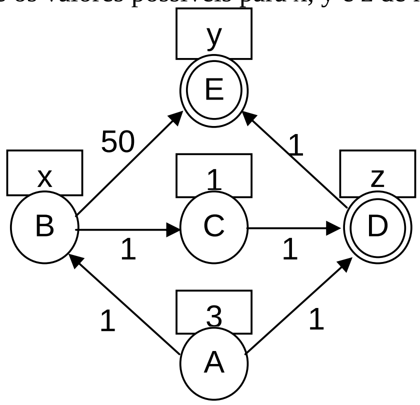
GRUPO I

I.1) Considere o seguinte grafo de estados de um problema de procura. Os valores apresentados nos arcos correspondem ao custo do operador (acção) respectivo, enquanto os valores nos rectângulos correspondem ao valor da heurística. Os estados objectivo são o D e o E. Não se representa os nomes dos operadores, correspondendo cada arco a um operador distinto. Indique os valores possíveis para x, y e z de modo a que a heurística seja consistente.



I.2) Suponha que os valores de x, y e z na figura da alínea anterior são respectivamente 4, 0 e 100. Especifique a ordem de expansão dos nós efectuada pelo algoritmo A* até atingir uma solução, partindo do estado inicial A.

I.3) Resolva o problema da alínea anterior com um dos seguintes algoritmos de modo a obter a solução óptima: procura sôfrega ou procura de custo uniforme.

I.4) Considere a seguinte charada numérica em que A, B, C e D são algarismos (entre 1 e 9) todos diferentes entre si. Represente o problema como um problema de satisfação de restrições mostrando o respectivo grafo de restrições e indicando o significado dos nós e das arestas.

A	+	B	=	3
×		+		
C	–	D	=	1
=		=		
4		5		

I.5) Apresente esquematicamente a execução do algoritmo de procura com retrocesso para o problema de restrições da alínea anterior. Use a heurística da variável mais constrangida e desempate pelo número de restrições (e em caso de persistência de empate, por ordem alfabética). Atribua os valores por ordem crescente.

I.6) Represente o problema anterior na Linguagem SMODELS. Considere as especificações de domínio **variavel(a;b;c;d)** e **valor(1..9)** e defina uma regra que obrigue a que nos modelos estáveis haja uma e só uma atribuição de um valor a uma variável **atrib(Var,Val)**. Acrescente uma ou mais regras para que as atribuições satisfaçam o conjunto de restrições do problema.

I.7) Apresente a árvore de jogo construída pelo algoritmo MINIMAX para o jogo do galo, a partir da posição especificada na figura, do ponto de vista do jogador **X**. Qual deverá ser a próxima jogada de **X**?

O		**O**
X	**X**	**O**
		X

I.8) Verifique se $c \wedge e$ é consequência lógica do seguinte conjunto de fórmulas proposicionais, recorrendo ou ao algoritmo de inferência através de tabelas de verdade, ou ao algoritmo de Davis-Putnam. Justifique a resposta.

$a \vee b \vee d$

$b \Rightarrow c$

$b \vee c$

$(c \wedge d) \Rightarrow e$

$d \vee e$

I.9) Seja P o programa em lógica normal listado abaixo. Indique, caso exista, um modelo estável do programa P.

```
a :- b.
b.
c :- b, not d.
e :- c, not f.
a :- e.
a :- f, not b.
```

I.10) Construa uma rede neuronal que implemente a função booleana **x = y** em que x e y são variáveis reais. A rede neuronal deve utilizar apenas neurónios com função de activação limiar (ou degrau). Recorda-se que a função limiar tem o valor 1 quando o seu argumento é maior ou igual a zero; tendo o valor 0 caso contrário.
Sugestão: pense no problema como uma conjunção de duas desigualdades.

GRUPO II

Nos cromossomas humanos, cada gene tem sempre dois alelos, provenientes, de cada um dos progenitores. O gene do grupo sanguíneo tem 3 tipos de alelos A, B e O, podendo portanto aparecer em 6 formas diferentes (AA, AO, AB, BB, BO ou OO). Existem 4 grupos sanguíneos A, B, AB e O. A tabela seguinte descreve a correspondência entre as 6 formas de pares de alelos e o respectivo grupo sanguíneo.

Alelos	AA	AO	AB	BB	BO	OO
Grupo	A	A	AB	B	B	O

Cada progenitor transmite ao seu filho um dos seus alelos, não havendo preferência por nenhum deles. O filho será do grupo correspondente aos alelos recebidos dos seus progenitores (de acordo com a tabela anterior).

II.1) Defina uma rede de Bayes que modele a informação anterior relativamente a 3 indivíduos: o pai, a mãe e o respectivo filho. Para cada individuo deverá ser considerada uma variável que representa o par de alelos (denominada Pp para o pai, Pm para a mãe e Pf para o filho) e uma variável que representa o grupo sanguíneo (denominada Gp para o pai, Gm para a mãe e Gf para o filho). Para os progenitores deve ser ainda considerada uma variável que representa o alelo transmitido ao filho (denominada Ap para o pai e Am para a mãe).
Especifique a topologia da rede e defina as tabelas de probabilidade condicionada. Para atribuir as probabilidades *à priori* das variáveis Pp e Pm considere que a ocorrência de cada alelo é equiprovável nos humanos.

II.2) Calcule a probabilidade conjunta do pai ser do grupo sanguíneo A, a mãe ser do grupo sanguíneo B e o filho ser do grupo sanguíneo O.

II.3) Calcule a probabilidade do pai ter transmitido ao filho o alelo O, sabendo-se que a mãe é do grupo sanguíneo B e o filho é do grupo sanguíneo A.

GRUPO III

Considere o problema do caixeiro viajante com N cidades em que, dadas as distâncias entre cada par de cidades, se pretende encontrar o menor circuito que passe por todas as cidades exactamente uma vez. Assuma que as cidades estão numeradas de 1 a N, e que o circuito começa e acaba sempre na cidade número 1.

III.1) Apresente uma expressão matemática para a dimensão do espaço de procura em função do número de cidades N.

III.2) Formule claramente o problema para ser resolvido recorrendo a algoritmos de procura em espaço de estados, indicando o estado inicial, teste de estado objectivo e função que devolve os sucessores de um estado, não esquecendo de indicar o custo dos operadores.

III.3) Proponha a melhor heurística que consiga, garantindo ao mesmo tempo a obtenção de uma solução óptima pelo algoritmo A* para qualquer dimensão N de problemas desta classe. Justifique adequadamente.

III.4) Indique brevemente como poderia resolver este problema através de um algoritmo de procura local propondo uma função de avaliação e indicando como se poderia obter a vizinhança de um estado.